INFORME DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

PARTÍCULAS MENORES A DIEZ MICRÓMETROS (PM_{10})

PROYECTO "MINA DE COBRE PANAMÁ"

PREPARADO PARA MINERA PANAMÁ S.A.

OCTUBRE, 2012

Informe del Monitoreo de Calidad de Aire
(Partículas Menores a Diez Micrómetros (PM_{10}))

Proyecto

"Mina de Cobre Panamá"

Preparado para:

Minera Panamá

Elaborado por:

CODESA
CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.

ISO 9001 icontec internacional

CERTIFIED IQNet MANAGEMENT SYSTEM

CARBONO NEUTRO

Octubre, 2012

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIPROCA-AA-003-2012	Jorge Ortega	Vianeth Mojica	Ceferino Villamil

Índice

1.1. Introducción 4
1.2. Objetivo general 5
1.3. Objetivos específicos.....5
1.4. Aspecto metodológico.....6
1.4.1. Especificaciones de los equipos de medición 7
1.5. Resultados 8
1.6. Discusión.....12
1.7. Conclusión.....18
1.8. Recomendaciones.....18
1.9. Bibliografía.....19
Anexos.....20
Anexo 1.1 Data generada por los equipos de medición 21
Anexo 1.2 Reporte de imágenes de los monitoreos 28
Anexo 1.3 Índice ORAQI-ICAIRE.....39
Anexo 1.4 Certificados de calibración de los equipos 41

1.1. Introducción

Los contaminantes del aire son sustancias que, cuando están presentes en la atmósfera, afectan de manera adversa la salud de los humanos, animales y plantas o vida microbiana; dañan materiales o interfieren con el disfrute de la vida (Henry y Heinke, 1999).

Las partículas totales en suspensión (PTS) y las partículas menores a diez micrómetros (PM_{10}), pueden ser consideradas contaminantes del ambiente, lo cual está definido como todo agente físico, químico o biológico, capaz de alterar las condiciones del ambiente en el centro de trabajo, y que por su naturaleza, propiedades, concentración y tiempo de exposición, pueden alterar la salud de los trabajadores (Henry y Heinke, 1999).

Dichas condiciones del ambiente de trabajo pueden ser perturbadas por la generación de partículas, producto de la fragmentación de sustancias sólidas o líquidas; ya sea por procesos físicos o mecánicos, además de los polvos que son partículas sólidas susceptibles a dispersarse o suspenderse en el aire, que son producto de la trituración, corte, taladro, esmerilado, impacto, pulverizado, cepillado, lijado, detonación o desintegración de materiales orgánicos e inorgánicos (MICI- DGNTI, 2001).

Las emisiones de contaminantes al aire, pueden provenir de una amplia variedad de actividades durante las fases de construcción, operación y abandono de un proyecto. Estas actividades pueden clasificarse según las características espaciales de la fuente de emisión, incluyendo fuentes fijas, fugitivas y móviles (Echeverri y Maya, 2008).

El contaminante más común presente en las emisiones de fuentes fugitivas es el polvo, o las partículas sólidas; este elemento se libera durante determinadas operaciones, como el transporte o almacenaje al aire libre de materiales sólidos, así como desde superficies de tierra descubiertas (carreteras sin asfaltar). La emisión supone su posterior dispersión o difusión en el aire y finalmente, su inhalación por el trabajador (Banco Mundial, 2007).

Las partículas que permanecen suspendidas en la atmósfera durante prolongados períodos, se encuentran predominantemente en la gama de tamaños comprendida entre 0.1 y 10 µm. El tamaño de las partículas es un factor muy importante en la determinación de los efectos sobre la salud, ya que estas pueden quedar atrapadas en las vías respiratorias (Echeverri y Maya, 2008).

La evidencia epidemiológica indica que un aumento en 10 $\mu g/m^3$ en las partículas PM_{10} está asociado a un aumento alrededor del 1% en la mortalidad por todas las causas (OMS, 2006).

Este documento corresponde al Tercer Informe de Monitoreo de Calidad de Aire que se realizó en las zonas donde se ejecutan los trabajos de movimiento de tierra del Proyecto "Mina de Cobre Panamá (Área de Punta Rincón, Campamento 600, Depósito de Material Estéril de Campamento 600, Cantera Old Petaquilla, Botija Camino Corto y ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez)", a fin de conocer las concentraciones de Partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) a las que están expuestos los trabajadores del Proyecto.

1.2. Objetivo general

Evaluar los niveles de las Partículas Menores a 10 Micrómetros (PM_{10}), a los que están expuestos los trabajadores del Proyecto "Mina de Cobre Panamá" y los habitantes de la vivienda más cercana al Proyecto "Ampliación de la Sub-estación de Llano Sánchez".

1.3. Objetivos específicos

- Identificar las actividades generadoras de partículas.
- Medir los niveles de $PM_{10,}$ en las áreas del Proyecto.
- Realizar el monitoreo de PM_{10} en la vivienda más cercana al área de influencia del Proyecto "Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez".
- Analizar los resultados de las mediciones.
- Comparar los resultados de los monitoreos con los niveles máximos permisibles que establecen las normas de referencia.

1.4. Aspecto metodológico

En el Proyecto "Mina de Cobre Panamá", se realizaron inspecciones en las áreas donde se desarrollaban los trabajos de movimiento de tierra, específicamente en las áreas de Punta Rincón, Campamento 600, Depósito de Material Estéril del Campamento 600, Cantera Old Petaquilla, Botija Camino Corto y Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez.

Para medir la concentración de partículas menores a diez micrómetros (PM_{10}) en las áreas del Proyecto, se realizó lo siguiente:

- Se establecieron los puntos de monitoreo para realizar la toma de datos, considerando la cercanía a la fuente o las actividades generadoras de partículas.
- Desarrollo de los monitoreos por un periodo de 5, 8 y 24 horas.

Para el Monitoreo de calidad de aire en ambientes laborales, se utilizó como referencia la metodología establecida en la norma NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), en este caso el método NIOSH 0600.

Para estos monitoreos se utilizaron dos Microdust Pro (Casella) con un adaptador para el filtro negro de espuma de poliuretano (Para PM_{10}) y se colocó una bomba de succión Aplex[1], en puntos fijos a una altura de 1.5 metros desde el nivel de suelo, para realizar la medición (Ver en el Anexo 1.4 los certificados de calibración). En el Anexo 1.2 se presentan las Imágenes de los monitoreos.

Los resultados de las mediciones de calidad de aire en ambientes laborales, se realizaron en las áreas de movimiento de tierra y se comparan con los límites máximos permisibles que establece el Reglamento Técnico DGNTI[2]-COPANIT[3] 43-2001 (CPT: 5 mg/m^3 para 8 horas de exposición y CCT: 10 mg/m^3 para una exposición a corto tiempo).

[1] Bomba de succión Aplex. Bomba portátil de muestreo de aire. Rango de caudal 5 ml/min a 5 l/min.
[2] Dirección General de Normas y Tecnología Industrial.
[3] Comisión Panameña de Normas Industriales y Tecnología.

El resultado del monitoreo de calidad de aire ambiental de 24 horas (Method EPA-Appendix J to part 50) , realizado en la casa más cercana (Familia Ledezma) al área de la ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez, se compara con los límites máximos permisibles que sugiere la Organización Mundial de la Salud (OMS), Oack Ridge Air Quality Index (ORAQI[4]) a través del índice de calidad del aire (ICAIRE) y el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente para la República de Panamá.

1.4.1. Especificaciones de los equipos de medición

En la Tabla 1.1 se presenta información general de los equipos que se utilizaron para los monitoreos.

Tabla 1.1. Descripción de los equipos de monitoreo de partículas

Información Técnica		
Equipo empleado	Microdust Pro Casella (PM_{10})	
Serie	2411086	1079216
Fecha de la última calibración	22 de agosto de 2012	3 de agosto de 2012
Norma aplicada	CPT[5]: 5 mg/m^3 CCT[6]: 10 mg/m^3 Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001.	
	Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente para la República de Panamá. Oak Ridge Air Quality Index (ORAQI) - Índice de Calidad de Aire (ICAIRE).	

[4] El ORAQI es uno de los índices más importantes de calidad de aire que evalúa la concentración media de los cinco contaminantes principales (NO_2, SO_2, CO, Pb y CxH_Y). Este índice se puede generalizar incluyendo otros productos contaminantes de esta manera podemos definir un índice de calidad aire (ICAIRE) que incluye otros contaminantes como PM_{10}, PTS y CL_2. El rango de valorización se mide en % y va desde 0% (Calidad de aire con serias amenazas de toxicidad y 100% (Calidad de aire excelente). La unidad que aplica para este ICAIRE es µg /m^3.

[5] CPT: Concentración promedio ponderada en el tiempo para 8 horas de exposición.

[6] CCT: Concentración para exposición a corto tiempo. En el cual no debe ser excedido de 15 min, hasta 4 veces por jornada y con períodos de falta de exposición, al menos 1 hora entre dos exposiciones sucesivas.

	Organización Mundial de la Salud (OMS).
Días de las mediciones	Del 23 al 31 de octubre de 2012
Nombres de los técnicos	Jorge Ortega y Darío Díaz

Fuente: Especificaciones de los equipos técnicos y data de trabajo de campo. CODESA, 2012.

(Ver los certificados de calibración en el Anexo 1.4).

1.5. Resultados

En la Tabla 1.2 se presentan los datos de las mediciones efectuadas en las diferentes áreas del Proyecto. (En el Anexo 1.1 se adjuntan los datos generados por los equipos de medición).

Tabla 1.2. Datos de las mediciones efectuadas en las diferentes áreas del Proyecto

Área	Hora y fecha	Coordenadas	Parámetro	Área de exposición
Construcción del Campamento en Punta Rincón	9:30 a.m. 23/10/2012	E 0533421 N 0995600	PM_{10}	Movimiento de tierra
Campamento 600	8:28 a.m. 24/10/2012	E 0537451 N 0975390	PM_{10}	Movimiento de tierra
Depósito de Material Estéril del Campamento 600	9:15 a.m. 24/10/2012	E 0537716 N 0975574	PM_{10}	Movimiento de tierra
Cantera Old Petaquilla	8:11 a.m. 25/10/2012	E 0536769 N 0975741	PM_{10}	Movimiento de tierra
Área de Camino Corto	9:00 a.m. 30/10/2012	E 0538089 N 0976732	PM_{10}	Movimiento de tierra
Ampliación de la	9:58 p.m.	E 0532894	PM_{10}	Movimiento de tierra

Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (Familia Ledezma)	30/10/2012	N 0906176		

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2012.

En la Tabla 1.3 se comparan los resultados de las mediciones de PM_{10} y los límites permisibles que establece la norma panameña para 5 y 8 horas de exposición.

Tabla 1.3. Comparación de los resultados y el límite permisible que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001

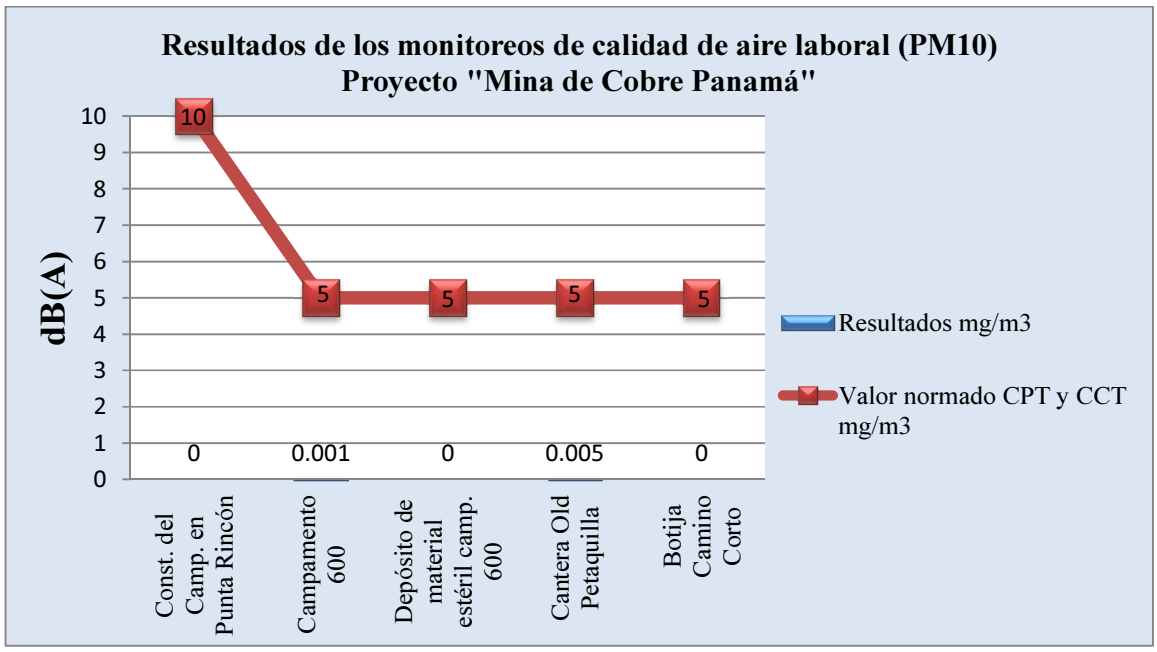
Área	Parámetro	Horas muestreadas	Resultado mg/m^3	Norma Nacional[7] (CPT; CCT mg/m$^{3(8)}$)
Construcción del Campamento en Punta Rincón	**PM_{10}**	5 horas	N.D[9]	10
Campamento 600	**PM_{10}**	8 horas	0.001	5
Depósito de material estéril del campamento 600	**PM_{10}**	8 horas	N.D	5
Cantera Old Petaquilla	**PM_{10}**	8 horas	0.005	5
Botija Camino Corto	**PM_{10}**	8 horas	N.D	5

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2012.

En la Gráfica 1.1 se presenta los resultados de las mediciones comparándolo con los límites máximos permisibles que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001.

[7] Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001
[8] mg/m^3 miligramos aproximados de partículas por metro cúbico.
[9] N.D: No detectable.

Gráfica 1.1. Resultados de las mediciones en comparación con el valor normado



Fuente: CODESA, 2012.

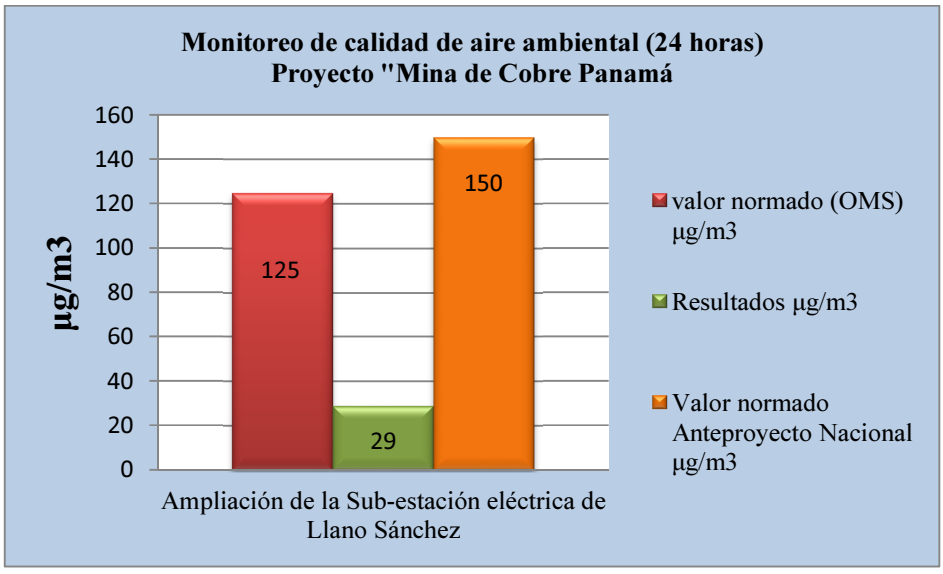
En la Tabla 1.4 y la Gráfica 1.2 se presenta el resultado y los límites permisibles que establece la norma de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente para la República de Panamá, para una medición 24 horas. Las unidades en que se expresan los resultados en los equipos de medición son en mg/m^3, sin embargo, para poder compararlos con las normas de referencia se hizo la conversión de unidades a $\mu g/m^3$.

Tabla 1.4. Comparación del resultado y el límite permisible que establecen las normas de referencias (24 Horas)

Área	Parámetro	Horas muestreadas	Resultado µg/m^3	Norma internacional (OMS) µg/m^3	Anteproyecto nacional µg/m^3
Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (Flia. Ledezma)	**PM_{10}**	24 horas	29	125	150

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2012. Leyenda: El resultado del monitoreo es el promedio de las tres (3) mediciones de 8 horas, expresadas en µg/m^3.

Grafica 1.2. Resultado de la medición de 24 horas en comparación con los valores normados



Fuente: CODESA, 2012.

La Tabla 1.5 presenta el resultado del monitoreo y el porcentaje de la calidad del aire ambiental según el Oack Ridge Air Quality Index (ORAQI-ICAIRE).

Tabla 1.5. Resultado del monitoreo y el porcentaje de la calidad del aire (24 Horas)

Área	Parámetro	Horas muestreadas	Resultado µg/m^3	ORAQI-ICAIRE (%)[10]
Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (Familia Ledezma).	**PM_{10}**	24 horas	29	100

Fuente: CODESA, 2012. Ver Anexo 1.3 Índice ORAQI-ICAIRE.

1.6. Discusión

En la Tabla 1.3 y en la Gráfica 1.1 se presenta la comparación de los resultados de los monitoreos realizados en las diferentes áreas donde se efectuaron trabajos de movimiento de tierra y los límites máximos permisibles que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001, para la exposición a partículas en jornadas de 5 y 8 horas.

Los resultados de los monitoreos de PM_{10} realizados en el área de construcción del Campamento de Punta Rincón, Campamento 600 y su Depósito de Material Estéril, Cantera Old Petaquilla y Botija Camino Corto, indican que las concentraciones de material particulado en suspensión de estas zonas, se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles que establece la norma de referencia.

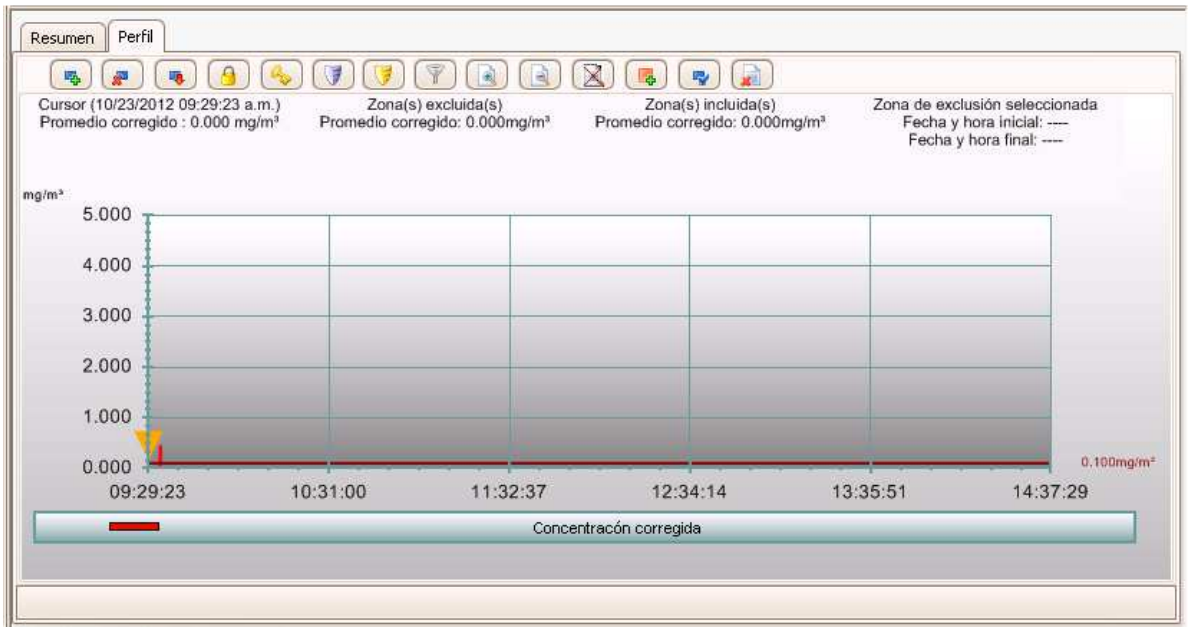
En el área de Punta Rincón, la presencia de las partículas de polvo se mantuvo durante toda la medición como lo indica la Gráfica 1.3; solo hubo un incremento del 2.725 mg/m^3, aproximadamente a las 09:33 a.m. (Ver Anexo 1.1 e Imágenes 1.1 y 1.2), este aumento no se excedió de 15 minutos, como lo establece la norma de referencia para una concentración de exposición a corto tiempo (CCT).

[10] Oack Ridge Air Quality Index (ORAQI) - Índice de calidad de aire (ICAIRE), se manifiesta en %.

Las fuentes generadoras de partículas que se identificaron en el área de Punta Rincón fueron:

- Camiones articulados, excavadoras hidráulicas y el tractor de cadena (Ver Imágenes 1.3. y 1.4).

Gráfica 1.3. Data generada en las 5 horas de monitoreo en el área de construcción del Campamento de Punta Rincón

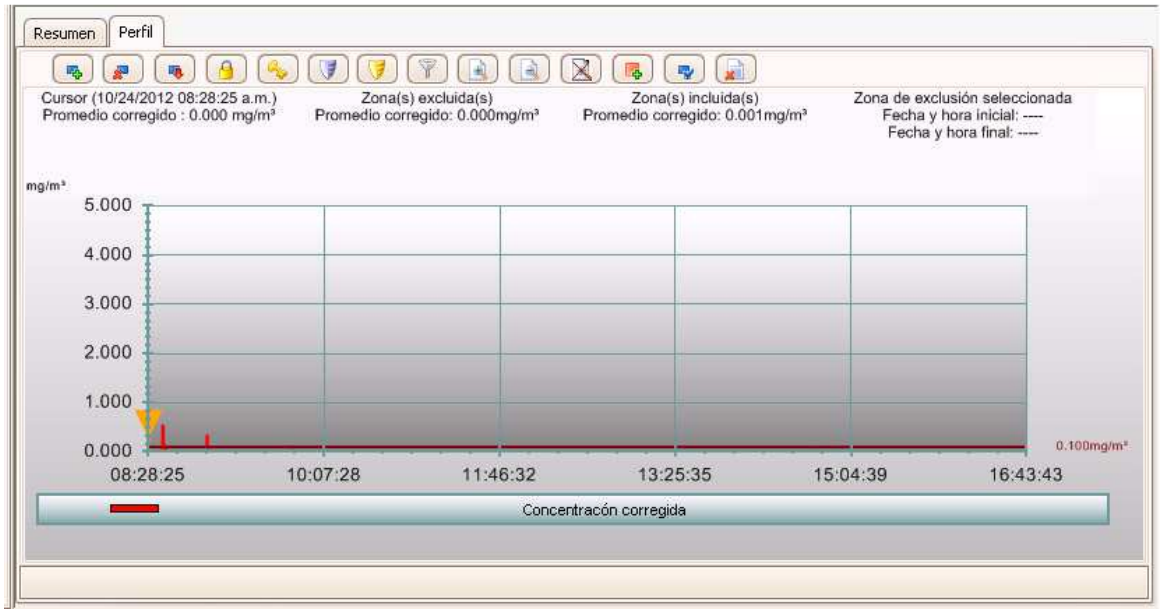


Fuente: Datos del software. CODESA, 2012.

En el área de campamento 600, la generación de partículas de polvo aumentó aproximadamente a las 08:36 a.m. (Ver Anexo 1.1), debido a los trabajos de movimiento de tierra en esa zona (Ver Imágenes 1.5 y 1.6). Sin embargo, la concentración de partículas suspendidas se mantuvo constante la mayor parte del tiempo durante la medición (Ver Gráfica 1.4). La concentración de partículas de polvo en suspensión, no sobrepasó el límite máximo establecido en la norma de referencia (Ver Tabla 1.3 y la Gráfica 1.1).

En esta área se identificaron como fuentes generadoras de partículas: el tractor de cadena, la excavadora hidráulica y camiones articulados (Ver Imágenes 1.7 y 1.8).

Gráfica 1.4. Data generada en las 8 horas de medición en el Campamento 600



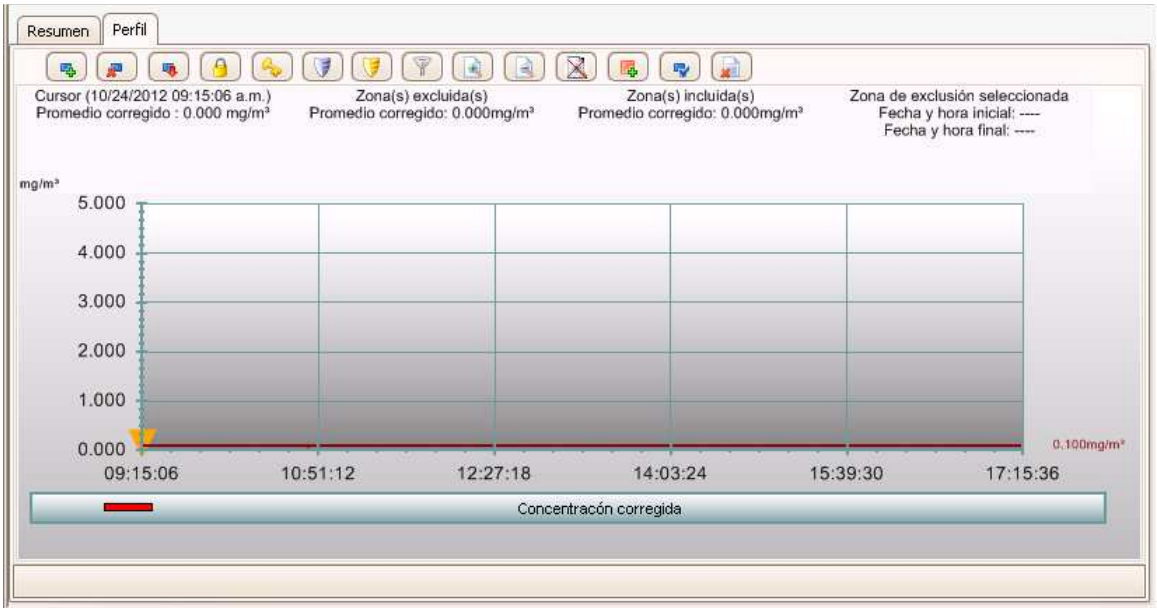
Fuente: Datos del software. CODESA, 2012.

La Gráfica 1.5 indica que la concentración de partículas de polvo en el área del Depósito de Material estéril de campamento 600, se mantuvieron constantes durante la medición (Ver Imágenes 1.9 y 1.10). Por ende, no sobrepasó el límite máximo permisible que establece la norma de referencia (Ver Gráfica 1.1). Es importante mencionar que el terreno en esta zona se encontraba húmedo.

Las fuentes generadoras de partículas que se identificaron en esta área del Proyecto son:

- El tractor de cadena que realizaba trabajos de movimiento de tierra y los camiones articulados que vertían el material. (Ver Imágenes 1.11 y 1.12).

Gráfica 1.5. Data generada en las 8 horas de medición en el Depósito de Material Estéril del Campamento 600

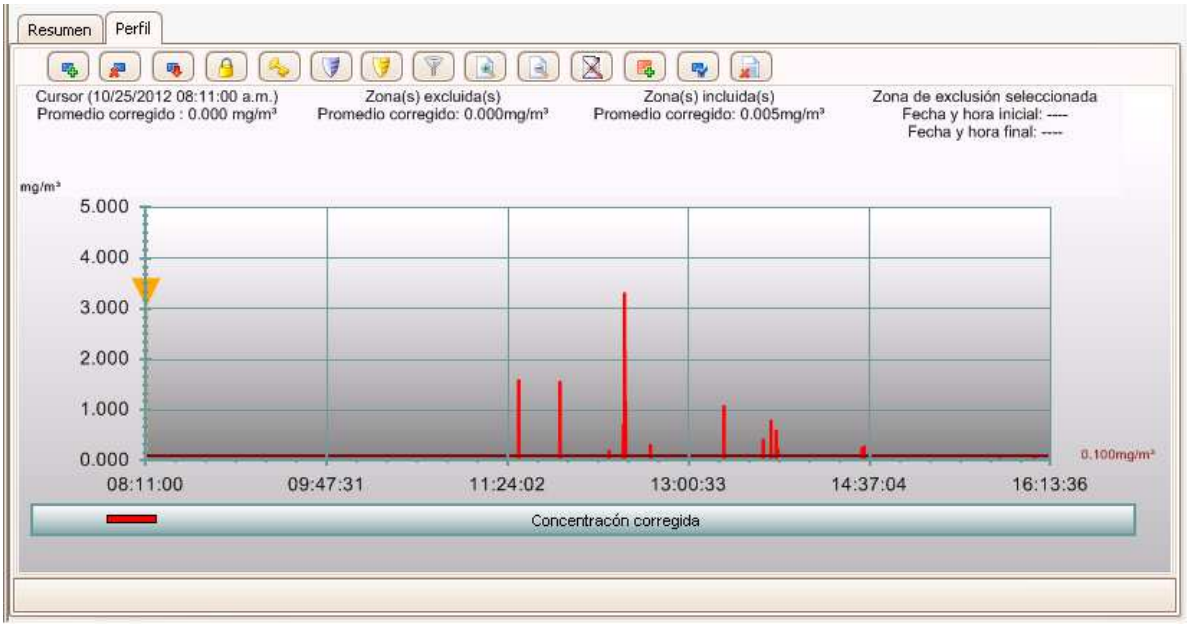


Fuente: software. CODESA, 2012.

En cuanto al área de la cantera Old Petaquilla, la Gráfica 1.6 indicó que las concentraciones de polvo incrementaron a partir de las 11:30 a.m. lo cual, probablemente fue debido a que el camino que se encontraba a unos 20 metros de donde se realizaban los trabajos de movimiento de tierra (Ver Imágenes 1.13, 1.14, 1.15 y 1.16), dejó de permanecer húmedo. A las 12:26 hubo un aumento de 5.027 mg/m^3 lo cual coincidió con el tránsito de camiones articulados en esta zona. A partir de las 1:30 p.m. las concentraciones de partículas de polvo disminuyeron, debido a que se procedió a rociar agua en esta zona con un camión de riego (Ver Imágenes 1.17 y 1.18).

Los niveles de partículas de polvo en el área donde se realizan los trabajos de movimiento de tierra, estuvieron por debajo del límite máximo permisible durante las 8 horas de medición.

Gráfica 1.6. Data generada en las 8 horas de medición en Cantera Old Petaquilla



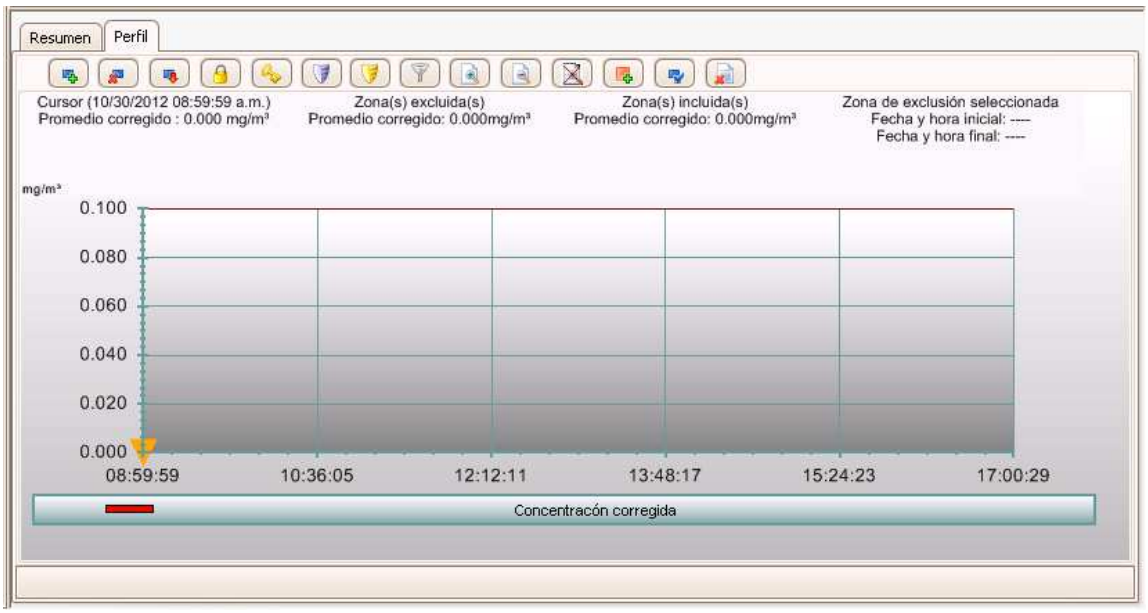
Fuente: Datos del software. CODESA, 2012.

Cabe destacar que los trabajadores que se encontraban dentro de una carpa, no presentaban el equipo de protección respiratorio correspondiente (Ver Imágenes 1.19 y 1.20). Estos trabajadores estuvieron expuestos a las partículas de polvo por un periodo aproximado de 2 horas sin el equipo de protección correspondiente.

Las principales fuentes generadoras de partículas que se identificaron fueron: el tránsito de camiones articulados, el tractor de cadena y las excavadoras hidráulicas que realizaban las labores de movimiento de tierra (Ver Imágenes 1.21. y 1.22).

Para el área de Botija Camino Corto, la Grafica 1.7 muestra que la generación de partículas de polvo en suspensión no fue detectable, la condición del terreno (Suelo húmedo), pudo contribuir a la baja generación de partículas de polvo (Ver Imágenes 1.27 y 1.28). Las Imágenes 1.23, 1.24, 1.25 y 1.26, se muestran las evidencias del monitoreo de calidad de aire en esta zona.

Gráfica 1.7. Data generada en las 8 horas de medición en el ára de Botija Camino Corto



Fuente: Datos del software. CODESA, 2012.

Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (24 horas).

El resultado del monitoreo de calidad de aire ambiental (24 horas) realizados cerca del área de ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez, específicamente en la vivienda de la Familia Ledezma (Ver Imágenes 1.29, 1.30, 1.31 y 1.32), se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles que establecen las normas de referencia, tal como se muestra en la Tabla 1.4 y en la Grafica 1.2.

En esta área se detectaron diversas fuentes generadoras de partículas de polvo como la excavadora hidráulica, los camiones articulados y el tractor de cadena (Ver Imágenes 1.33 y 1.34). En esta zona el terreno permaneció húmedo (Ver Imágenes 1.35 y 1.36).

La Tabla 1.5 indica que la calidad del aire para 24 horas de medición en la vivienda de la Familia Ledezma, en el área de la Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (Proyecto Mina de Cobre Panamá), se encuentra en un 100 % de calidad aire, según el índice de ORAQI-ICAIRE (Ver Anexo 1.3).

1.7. Conclusión

Los resultados de las mediciones de Partículas menores de 10 micras (PM_{10}) que se realizaron en los diferentes frentes de trabajo del Proyecto "Mina de Cobre Panamá", indican que las concentraciones de estas partículas se encuentra por debajo de los límites máximos establecidos, cumpliendo con las normas de referencia para este tipo de actividad.

Según el índice de ORAQI-ICAIRE, la zona de la Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez, específicamente en la vivienda de la Familia Ledezma, presenta una excelente calidad de aire (100%).

1.8. Recomendaciones

- Intensificar las inspecciones internas para verificar el uso correcto de los equipos de protección respiratoria del personal que labora en el Proyecto.

- Continuar con la utilización de un camión de riego, en las áreas donde se genere mayor concentración de partículas de polvo, las veces que se requiera.

- Continuar con las capacitaciones de salud y seguridad ocupacional a los colaboradores del Proyecto "Mina de Cobre Panamá"; específicamente sobre el uso adecuado del equipo de protección respiratoria.
- Continuar con los monitoreos de calidad de aire que se requieren para este Proyecto.

1.9. Bibliografía

- BM (Banco Mundial). 2007. Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad para el sector minero. Corporación Financiera Internacional del BM. 40 p.

- Echeverri L, CA; Maya V, GJ. 2008. Relación entre las Partículas finas (PM2.5 y respirables (PM10) en la ciudad de Medellín. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Colombia. Vol. 7, No. 12, pág. 23-42.

- Henry, JG; Heinke, GW. 1999. Ingeniería Ambiental. 2da. Edición. Pearson Prentice Hall, México. 788 p.

- MICI - DGNTI. (Ministerio de Comercio e Industria - Dirección General de Normas y Tecnología Industrial). 2001. Reglamento Técnico DGNT-COPANIT 43-2001. Higiene y seguridad industrial. Condiciones de higiene y seguridad para el control de la contaminación atmosférica en ambientes de trabajo producida por sustancias químicas. República de Panamá.

- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. Las directrices sobre la calidad del aire en la protección de la Salud Pública. Disponible en: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html.

Anexos

Anexo 1.1

Data generada por los equipos de medición

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Construcción del Campamento en Punta Rincón

Resumen | Perfil

Número serie	6543210987
Fecha y hora inicial	10/23/2012 09:29:26 a.m.
Duración HH:MM:SS	05:08:00
Notas	PM10-Construcción del Campamento-Punta Rincón
Promedio corregido	0.000 mg/m³
Máximo corregido (con hora)	2.725 mg/m³ 10/23/2012 09:33:20 a.m.
Mínimo corregido (con hora)	0.000 mg/m³ 10/23/2012 09:29:26 a.m.
Corrección aplicada	No

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Campamento 600

Resumen | Perfil

Número serie	6543210987
Fecha y hora inicial	10/24/2012 08:28:28 a.m.
Duración HH:MM:SS	08:15:12
Notas	PM10-Campamento para 600 personas
Promedio corregido	0.001 mg/m³
Máximo corregido (con hora)	1.323 mg/m³ 10/24/2012 08:36:35 a.m.
Mínimo corregido (con hora)	0.000 mg/m³ 10/24/2012 08:28:28 a.m.
Corrección aplicada	No

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Depósito de material estéril del Campamento 600

Resumen | Perfil

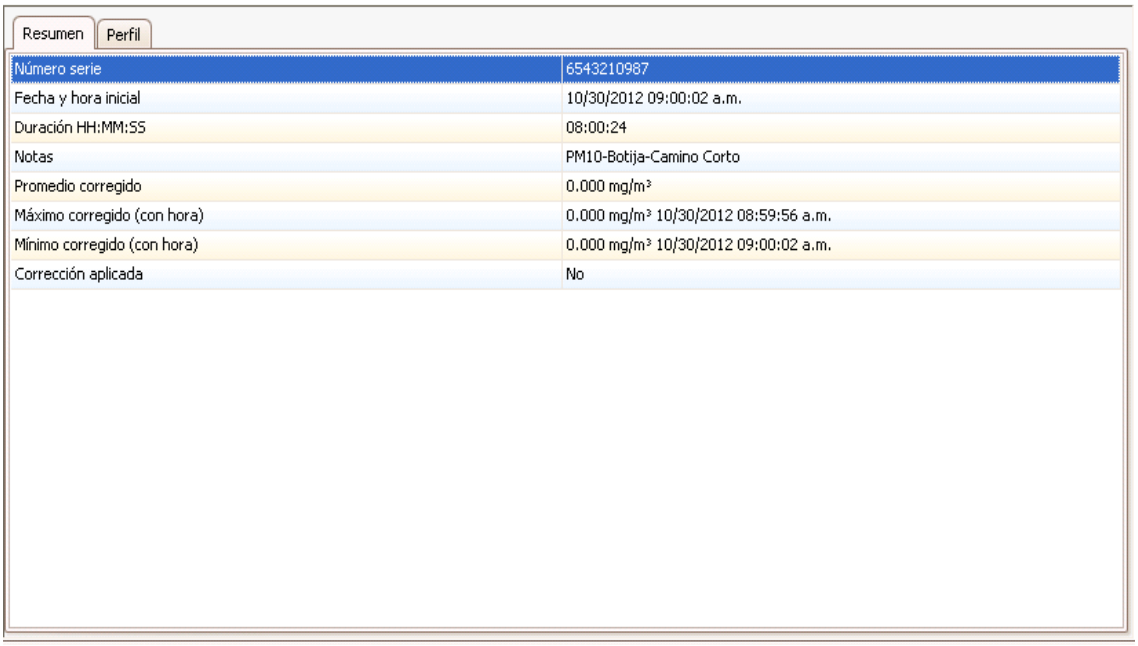
Número serie	6543210987
Fecha y hora inicial	10/24/2012 09:15:09 a.m.
Duración HH:MM:SS	08:00:24
Notas	PM10-Depósito de Material Estéril del Camp. 600
Promedio corregido	0.000 mg/m³
Máximo corregido (con hora)	0.733 mg/m³ 10/24/2012 10:45:32 a.m.
Mínimo corregido (con hora)	0.000 mg/m³ 10/24/2012 09:15:09 a.m.
Corrección aplicada	No

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Cantera Old Petaquilla

Resumen | Perfil

Número serie	6543210987
Fecha y hora inicial	10/25/2012 08:11:03 a.m.
Duración HH:MM:SS	08:02:30
Notas	PM10-Cantera Old Petaquilla
Promedio corregido	0.005 mg/m³
Máximo corregido (con hora)	5.027 mg/m³ 10/25/2012 12:26:16 p.m.
Mínimo corregido (con hora)	0.000 mg/m³ 10/25/2012 08:11:03 a.m.
Corrección aplicada	No

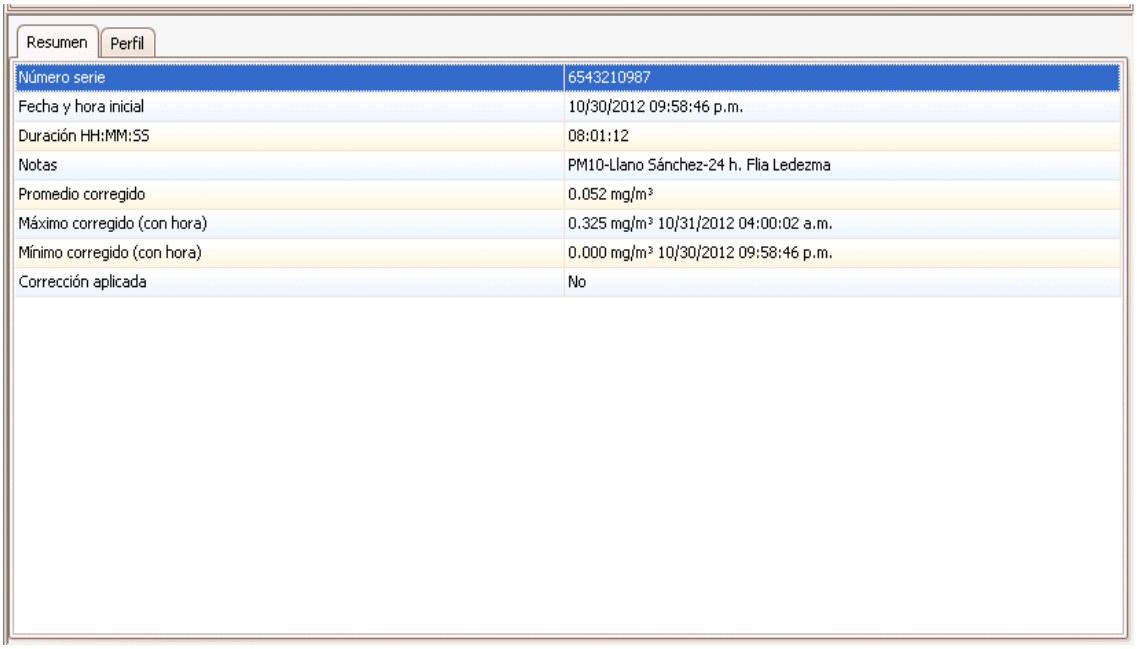
Resultado del monitoreo de PM_{10}– Botija Camino Corto



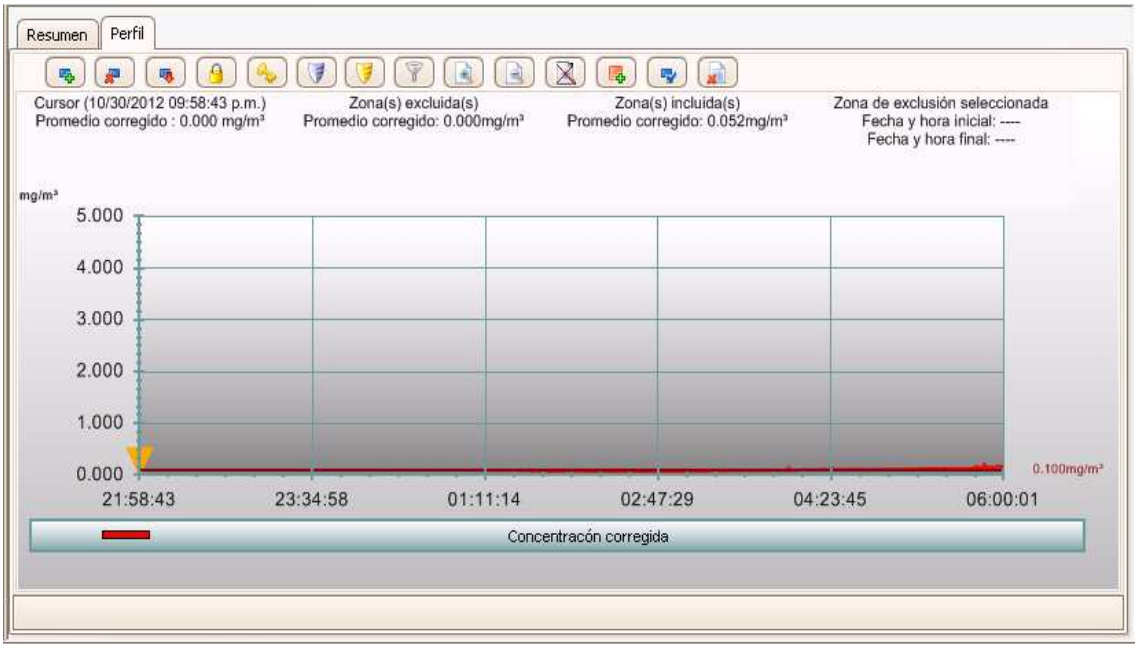
Resumen	Perfil
Número serie	6543210987
Fecha y hora inicial	10/30/2012 09:00:02 a.m.
Duración HH:MM:SS	08:00:24
Notas	PM10-Botija-Camino Corto
Promedio corregido	0.000 mg/m³
Máximo corregido (con hora)	0.000 mg/m³ 10/30/2012 08:59:56 a.m.
Mínimo corregido (con hora)	0.000 mg/m³ 10/30/2012 09:00:02 a.m.
Corrección aplicada	No

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez 24 horas.

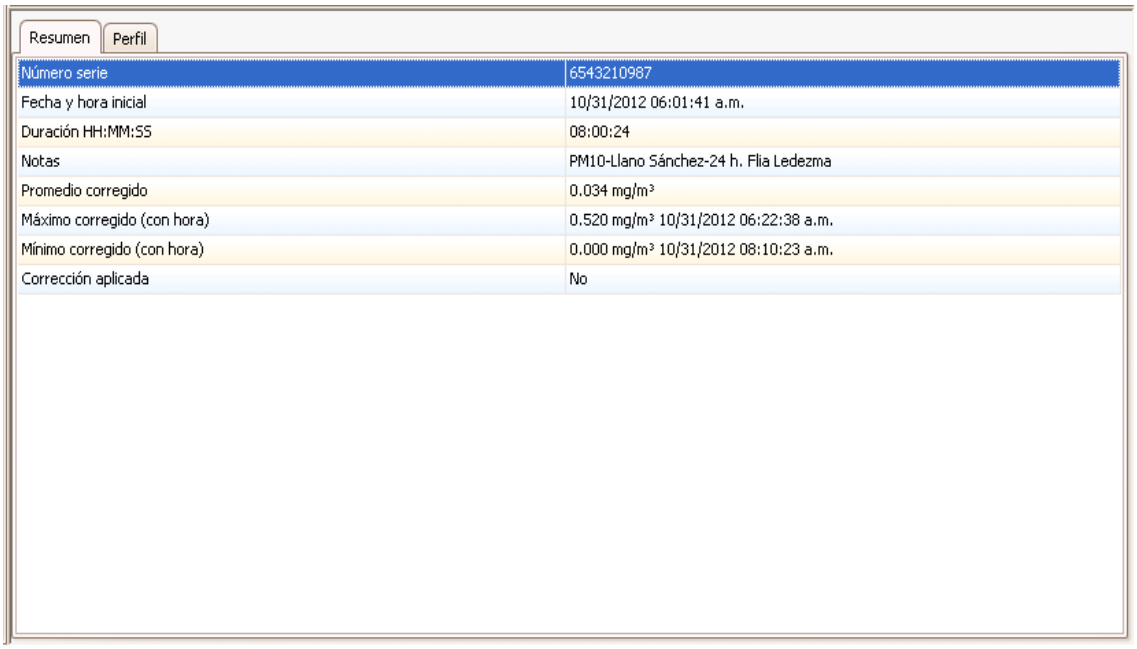
Primer periodo

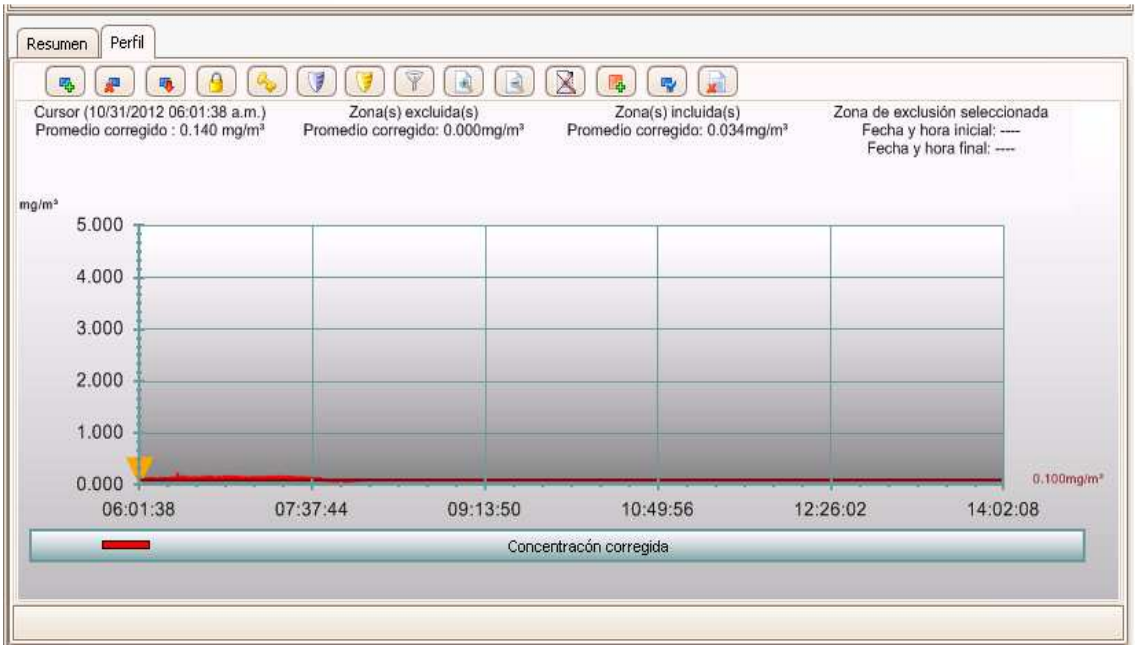


Resumen	Perfil
Número serie	6543210987
Fecha y hora inicial	10/30/2012 09:58:46 p.m.
Duración HH:MM:SS	08:01:12
Notas	PM10-Llano Sánchez-24 h. Flia Ledezma
Promedio corregido	0.052 mg/m³
Máximo corregido (con hora)	0.325 mg/m³ 10/31/2012 04:00:02 a.m.
Mínimo corregido (con hora)	0.000 mg/m³ 10/30/2012 09:58:46 p.m.
Corrección aplicada	No

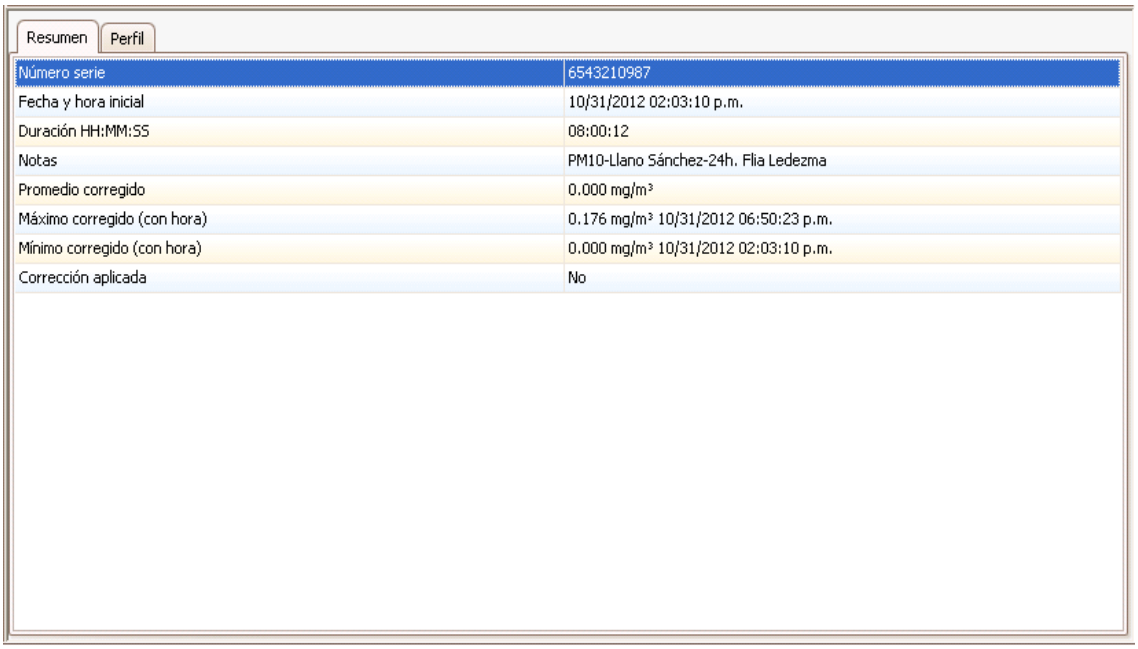


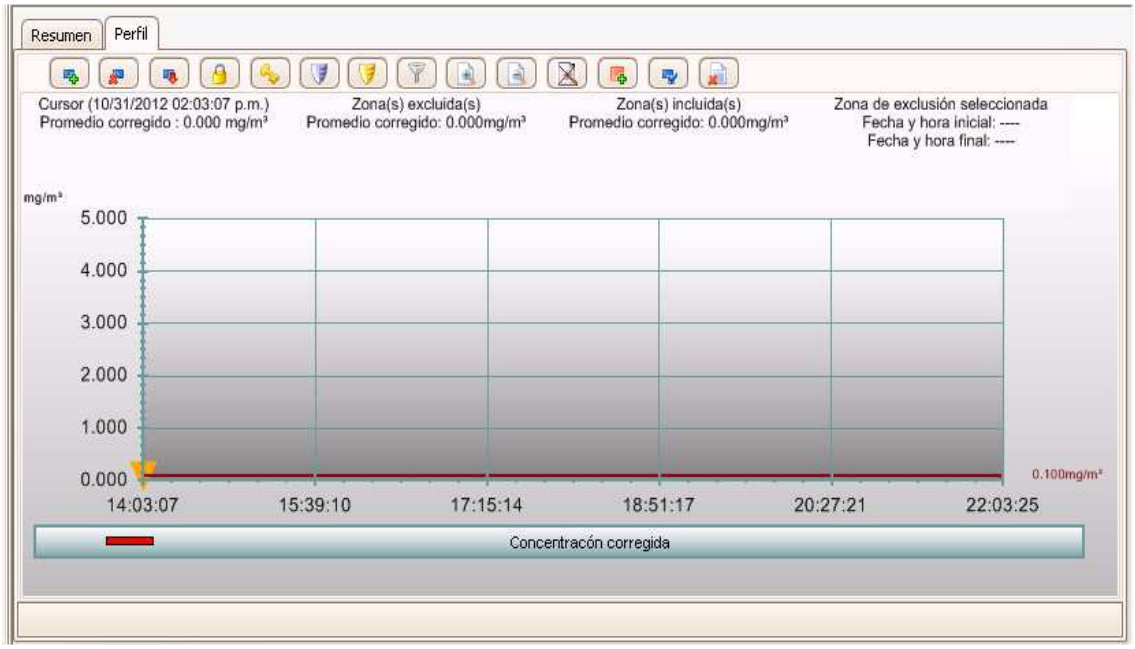
Segundo periodo


Resumen
Perfil
Número serie 6543210987
Fecha y hora inicial 10/31/2012 06:01:41 a.m.
Duración HH:MM:SS 08:00:24
Notas PM10-Llano Sánchez-24 h. Flia Ledezma
Promedio corregido 0.034 mg/m³
Máximo corregido (con hora) 0.520 mg/m³ 10/31/2012 06:22:38 a.m.
Mínimo corregido (con hora) 0.000 mg/m³ 10/31/2012 08:10:23 a.m.
Corrección aplicada No



Tercer periodo


Resumen
Perfil
Número serie 6543210987
Fecha y hora inicial 10/31/2012 02:03:10 p.m.
Duración HH:MM:SS 08:00:12
Notas PM10-Llano Sánchez-24h. Flia Ledezma
Promedio corregido 0.000 mg/m³
Máximo corregido (con hora) 0.176 mg/m³ 10/31/2012 06:50:23 p.m.
Mínimo corregido (con hora) 0.000 mg/m³ 10/31/2012 02:03:10 p.m.
Corrección aplicada No


Resumen
Perfil
Cursor (10/31/2012 02:03:07 p.m.)
Promedio corregido : 0.000 mg/m³
Zona(s) excluida(s)
Promedio corregido: 0.000mg/m³
Zona(s) incluida(s)
Promedio corregido: 0.000mg/m³
Zona de exclusión seleccionada
Fecha y hora inicial: ----
Fecha y hora final: ----
mg/m³
5.000
4.000
3.000
2.000
1.000
0.000
0.100mg/m³
14:03:07
15:39:10
17:15:14
18:51:17
20:27:21
22:03:25
Concentracón corregida

Anexo 1.2

Reporte de imágenes de los monitoreos

Imágenes 1.1 y 1.2. Monitoreo de PM_{10}, en el área de construcción del campamento en Punta Rincón (Coordenadas E 0533421 / N 0995600).

Imágenes 1.3 y 1.4. Fuentes generadoras de partículas en el área de construcción del campamento en Punta Rincón (Coordenadas E 0533356 / N 0995572).

Imágenes 1.5 y 1.6. Monitoreo de PM10, en el Campamento 600 (Coordenadas E 0537451 / N 0975390).

Imágenes 1.7 y 1.8. Fuentes generadoras de partículas en Campamento 600 (Coordenadas E 0537582 / N 0975447).

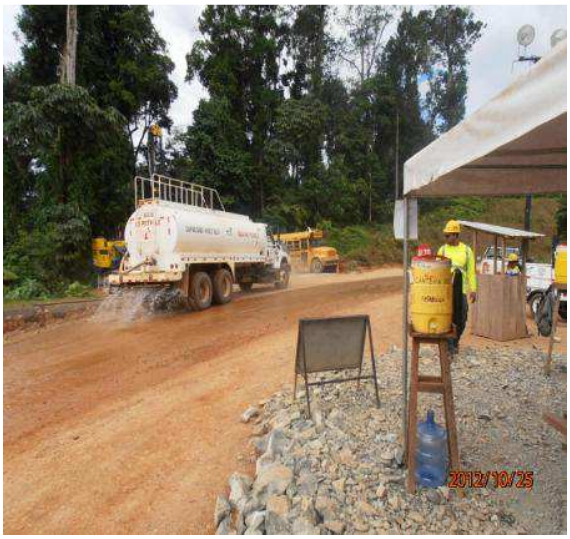
Imágenes 1.9 y 1.10. Monitoreo de calidad de aire PM_{10}, Depósito de material estéril del Campamento 600 (Coordenadas E 0537716 / N 0975574).

.

Imágenes 1.11 y 1.12. Principal fuente de partículas en el área del Depósito de material estéril del Campamento 600 (Coordenadas E 0537734 / N 0975559).

Imágenes 1.13 y 1.14. Monitoreo de calidad de aire PM_{10}, Cantera Old Petaquilla (Coordenadas E 0536769 / N 0975741).

Imágenes 1.15 y 1.16. Generación de partículas de polvo en el área de Cantera Old Petaquilla (Coordenadas E 0536769 / N 0975741).



Imágenes 1.17 y 1.18. Camión de riego en Cantera Old Petaquilla

Imagen 1.19. Fuente de partículas y personal sin equipo de protección respiratorio en cantera Old Petaquilla

Imagen 1.20. Personal sin equipo de protección respiratorio en cantera Old Petaquilla

Imágenes 1.21 y 1.22. Fuentes de partículas en cantera Old Petaquilla (Coordenadas E 0536769 / N 0975741).

Imágenes 1.23 y 1.24. Monitoreo de calidad de aire PM_{10}, Botija Camino Corto (Coordenadas E 0538089 / N 0976732)

Imágenes 1.25 y 1.26. Fuentes generadoras de polvo en el área de Botija Camino Corto (Coordenadas E 0538089 / N 0976732)

Imágenes 1.27 y 1.28. Vistas del terreno húmedo en Botija Camino Corto

Imágenes 1.29 y 1.30. Monitoreo de calidad de aire PM_{10}, cerca de la ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (Diurno) (Coordenadas E 0532894 / N 0906176)

Imágenes 1.31 y 1.32. Monitoreo de calidad de aire PM_{10}, cerca de la ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (Nocturno) (Coordenadas E 0532894 / N 0906176)

Imágenes 1.33 y 1.34. Fuentes generadoras de polvo en el área de la Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez

Imágenes 1.35 y 1.36. Vistas del terreno húmedo en el área de Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez.

Anexo 1.3
Índice ORAQI-ICAIRE

5.2 Índice de calidad del aire

Existen diversos índices que son capaces de medir la calidad ambiental del aire. Estos índices agrupan diversos factores y concentraciones de contaminantes y son capaces, mediante un número, el indicarnos la calidad ambiental de la atmósfera. Todos ellos evalúan las concentraciones de los contaminantes más importantes y frecuentes que podemos encontrar en la atmósfera.

Uno de los índices más importantes es el *Oack Ridge Air Quality Index* (ORAQI) que evalúa la concentración media de los cinco contaminantes principales: el dióxido de azufre (SO_2), las partículas en suspensión, el plomo (Pb), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (C_xH_y).

La concentración standard del ORAQI se refiere a un aire de una calidad media (de 0 a 100, un 50). En dicha concentración, los contaminantes toman los siguientes valores, en microgramos por metro cúbico (ug/m^3) :

contaminante	SO_2	*partículas*	NO_2	C_xH_y	CO	Pb
concentración (ug /m³)	*350*	*250*	*200*	*140*	*20.000*	*4*

Este índice puede generalizarse incluyendo otros productos contaminantes que podemos encontrarnos con facilidad. De esta manera, podremos definir un índice de calidad del aire (ICAIRE) mucho más general:

SO_2	*Part. en suspensión*	NO_2	C_xH_y	CO	*Part. sedimentales*	Pb	Cl_2	*Fluorados*	%
2.200	*1.800*	*1.000*	*800*	*60.000*	*1.800*	*40*	*275*	*120*	*0*
1.800	*1.400*	*900*	*650*	*55.000*	*1.400*	*30*	*250*	*100*	*10*
1.400	*1.000*	*750*	*500*	*50.000*	*1.000*	*20*	*175*	*80*	*20*
700	*600*	*600*	*350*	*40.000*	*750*	*15*	*125*	*60*	*30*
500	*400*	*350*	*250*	*30.000*	*500*	*10*	*75*	*40*	*40*
350	*250*	*200*	*140*	*20.000*	*300*	*4*	*50*	*20*	*50*
250	*200*	*150*	*100*	*15.000*	*200*	*3*	*30*	*15*	*60*
150	*150*	*100*	*75*	*10.000*	*150*	*2*	*20*	*10*	*70*
100	*100*	*50*	*50*	*5.000*	*100*	*1,5*	*10*	*5*	*80*
75	*50*	*25*	*25*	*2.500*	*50*	*1*	*5*	*2,5*	*90*
<50	*<25*	*<10*	*<10*	*<1.000*	*<25*	*<0,25*	*<2,5*	*<1*	*100*

Un aire de una extremada calidad (100%) tendría que tener los parámetros de la última fila de la tabla anterior. Desde que una de las concentraciones tome un valor relevante tendremos aire con una calidad no superior al valor porcentual correspondiente a dicha concentración. Es decir, una atmósfera con 4 ricrogramos por metro cúbico de Plomo nos dará un aire de calidad del 50%. Añadiremos que en la literatura existen índices que promedian todos los valores anteriores asignándoles un peso a cada uno de los contaminantes. Estos índices de calidad deberemos tomarlos en su justa medida ya que nos podemos encontrar con un aire de calidad promedio del 90% pero donde solo uno de los contaminantes a llegado a valores del 0% de calidad con serias amenazas de toxicidad.

Anexo 1.4
Certificados de calibración de los equipos

Certificados de Calibración de los Equipos de Medición de PM_{10}

ROCAYOL SAFETY & INDUSTRIAL CENTER

CERTICADO DE CALIBRACION No. 0345

Fecha de revisión: **02 de Agosto del 2012**
Cliente: **CODESA**

Observaciones y/o trabajos a realizar:
2. Configuracion general.
3. Calibración de medidor de polvos en tiempo real (Filtro de correcion)

type: MICRODUST PRO / CASELLA
Dust monitoring system
Model: 176000A
Serial N°: 1079216
Calibration Tech. Note:
MVr.10, Manual Section 21

Standard Range: 0-2.5, 0.25, 0-250, 0-2500 mg/m3
Calibration insert: casella factory - 1079216 / F/R: 153.0
Datalog: Enabled **Battery:** 2050mAh / 1.2V
Test Conditions: Temperature: 28 Deg. +/-5 C
Relative humidity: 35%+/-15%
Last Calibration: 02 de Agosto 2012

Test Summary

Results:	ok
Dust Source:	indoor
Resolution/Acuracy:	± 1%
Exposure Reading:	0-2500 mg/m3
Insert Source:	152 mg/m3
Altern. measure:	153 mg/m3
Range Sensitivity:	pass 1.7±
Final Reading:	0.051mg/m3

Departamento Serv. Tecnico
Joel A Espinosa

ROCAYOL SAFETY & INDUSTRIAL CENTER

CERTICADO DE CALIBRACION No. 0353

Fecha de revisión: **22 de Agosto del 2012**
Cliente: **CODESA**

Observaciones y/o trabajos a realizar:
2. Configuracion general.
3. Calibración de medidor de polvos en tiempo real (Filtro de correcion)

type: MICRODUST PRO / CASELLA Dust monitoring system **Serial N°:** 2411086
Calibration Tech. Note: MVr.10, Manual Section 21
Model: 176000A
Standard Range: 0-2.5, 0.25, 0-250, 0-2500 mg/m3
Calibration insert: casella factory - 1079216 / F/R: 172.0
Datalog: Enabled **Battery:** 2050mAh / 1.2V
Test Conditions: Temperature: 29 Deg. +/-5 C
Relative humidity: 38%+/-15%
Last Calibration: 22 de Agosto 2012

Test Summary	
Results:	ok
Dust Source:	indoor
Resolution/Acuracy:	± 1%
Exposure Reading:	0-2500 mg/m3
Insert Source:	172 mg/m3
Altern. measure:	168 mg/m3
Range Sensitivity:	pass 0.9±
Final Reading:	0.014mg/m3

Departamento Serv. Tecnico
Joel A Espinosa